



SECRETARIA DE EDUCACION PÚBLICA

SUBSECRETARIA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RIO

ESTIMACION DE LAS DIMENSIONES CORPORALES DE
PECES BELONIFORMES A PARTIR DE LOS OTOLITOS
CAPTURADOS EN EL PARQUE NACIONAL SISTEMA
ARRECIFAL VERACRUZANO

OPCION 1

TESIS PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TITULO DE:

LICENCIATURA EN BIOLOGIA

OPCION
BIOLOGIA MARINA

PRESENTA

MÓNICA TANIT DURÁN PARRA

BOCA DEL RIO, VER

2011



SECRETARIA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

SUBSECRETARIA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RIO

ESTIMACION DE LAS DIMENSIONES CORPORALES DE
PECES BELONIFORMES A PARTIR DE LOS OTOLITOS
CAPTURADOS EN EL PARQUE NACIONAL SISTEMA
ARRECIFAL VERACRUZANO

OPCION 1

TESIS PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TITULO DE:

LICENCIATURA EN BIOLOGIA

OPCION
BIOLOGIA MARINA

PRESENTA

MÓNICA TANIT DURÁN PARRA

"2011, Año del Turismo en México"



DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN
SUPERIOR TECNOLÓGICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA

DI/2011/TIT/AI/011

Boca de Río, Ver. 13 / Septiembre / 2011
ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

C. MONICA TANIT DURAN PARRA
Pasante de la carrera: **Licenciatura en Biología**
Opción: **Biología Marina**
Presente

De acuerdo con el fallo emitido por la Comisión Revisora de la Opción No. 1 – TESIS PROFESIONAL desarrollada por usted, cuyo título es:

**ESTIMACION DE LAS DIMENSIONES CORPORALES DE PECES BELONIFORMES A PARTIR DE SUS OTOLITOS
CAPTURADOS EN EL PARQUE NACIONAL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO.**


Este Departamento Académico le concede la **AUTORIZACIÓN** para que proceda a su impresión.

ATENTAMENTE

Por nuestros mares responderemos


DR. JESÚS MONTOYA MENDOZA
JEFE DEL DEPTO. DE INGENIERÍAS

C.C.P. COORDINACIÓN DE APOYO A LA TITULACIÓN.
C.C.P. EXPEDIENTE


S.E.P. D.G.E.S.T.
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
BOCA DEL RÍO
DEPTO. DE CIENCIAS DEL MAR

Km. 12 Carr. Veracruz-Córdoba, Boca del Río, Ver. C.P. 94290
Tel. Y Fax, (01 229) 9860189, 9862818, 9861894 www.itboca.edu.mx





Universidad Veracruzana

Dirección General de Investigaciones
Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías

Boca del Río, Ver. a 22 de junio de 2011

**ASUNTO: DICTAMEN DE ASESOR DEL
TRABAJO PROFESIONAL**

**DR. JESÚS MONTOYA MENDOZA
JEFE DEL DEPARTAMENTO ACADEMICO DE INGENIERIAS
P R E S E N T E**

**CAMPUS
VERACRUZ**

Calle Hidalgo No. 617
Colonia Río Jamapa,
C P 94290,
Boca del Río,
Veracruz,
México

Teléfonos
(229) 956 70 70
956 72 27

Calle Independencia
No. 38 ,
Colonia Centro,
CP 94290,
Boca del Río,
Veracruz,
México

Teléfono
(229) 202 28 28

El que suscribe **DR. CÉSAR GABRIEL MEINERS MANDUJANO**, hace constar que habiendo concluido la **ASESORIA** del Trabajo Profesional por la **Opción No. 1- TESIS PROFESIONAL** con el tema **ESTIMACIÓN DE LAS DIMENSIONES CORPORALES DE PECES BELONIFORMES A PARTIR DE SUS OTOLITOS CAPTURADOS EN EL PNSAV** desarrollado por la **C. MÓNICA TANIT DURÁN PARRA** con número de control: **DUPM851029041301** pasante de la carrera de **LICENCIATURA EN BIOLOGÍA** Opción: **MARINA**, se ha dictaminado que **SE APRUEBA** para continuar con el desarrollo del **TRABAJO PROFESIONAL FINAL** y solicitar su comisión revisora.

ATENTAMENTE

DR. CÉSAR GABRIEL MEINERS MANDUJANO
Asesor Externo
Investigador Titular C de TC
Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES POR SU APOYO INCONDICIONAL Y SU PACIENCIA A LO LARGO DE ESTE CAMINO.

A MI MADRE QUIEN A PESAR DE SU CARÁCTER, NUNCA DEJO DE CREER EN MI Y SIEMPRE TUVE SU APOYO SIN IMPORTAR DIAS DE DESVELO.

A MI PADRE POR SUS CONSEJOS Y SU SABIDURÍA QUE HAN HECHO DE MI UNA MEJOR PERSONA.

AL DR. CÉSAR MEINERS POR SU PACIENCIA, SU CONFIANZA Y PALABRAS DE ORIENTACIÓN, QUE FUERON DE MUCHA AYUDA PARA LA CULMINACIÓN DE ESTA ETAPA. EL CUAL CONSIDERO UN GRAN INVESTIGADOR Y UN GRAN AMIGO.

A MIS GRANDES AMIGOS EL NEGRO, MAU, EMILIANO, GERA Y LUIS QUE CON SUS TONTERÍAS SIEMPRE ME SACABAN UNA SONRISA SIN IMPORTAR MI ESTADO DE ANIMO, TAMBIÉN POR EL APOYO QUE NUNCA FALTO DE SU PARTE. LOS QUIERO

A MIS GRANDES AMIGAS LILI, MELISSA Y CARO, QUE SIEMPRE ESTUVIERON CONMIGO, POR AGUANTAR MIS INTERMINABLES QUEJAS, ADEMÁS QUE SIEMPRE SUPIERON ESCUCHARME SIN IMPORTAR LA HORA Y LA DISTANCIA, Y QUE AUN ESTAN A MI LADO.

A MI FAMILIA TAMBIÉN POR EL APOYO Y LOS ANIMOS QUE NUNCA FALTARON.

DEDICATORIA

PRINCIPALMENTE A MI HIJA **RENATA**, QUE ES UNA LUZ EN MI CAMINO, ES MI PERSONITA MÁS IMPORTANTE E INCONDICIONAL EN MI VIDA Y QUE POR ELLA SOY LO QUE SOY. TE AMO MI NIÑA.

A MI ABUELO LIC. **JOSE LUIS DURÁN MURILLO**, QUE NO HAY SER HUMANO MÁS BONDADOSO Y SABIO QUE HE CONOCIDO, Y AUNQUE YA NO ESTA A MI LADO... TODO EL TIEMPO TE RECUERDO Y ESTO TAMBIÉN ES PARA TI.

A MI SOBRINA **ASTRID**, POR SER UNA PIEZA MUY IMPORTANTE EN MI VIDA. TE QUIERO MUCHO MI VIDA.

ÍNDICE.

	Pág.
RESUMEN	VI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	4
3. OBJETIVOS	7
3.1 OBJETIVOS GENERALES	7
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
4. ÁREA DE ESTUDIO	8
5. METODOLOGÍA	10
5.1 CAPTURA DE ORGANISMOS	10
5.2 ANÁLISIS EN LABORATORIO	10
5.3 ANÁLISIS DE DATOS	13
6. RESULTADOS	15
6.1 IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES	15
6.2 RELACIONES BIOMÉTRICAS	16
6.2.1 RELACIONES TALLA-PESO	16

6.2.2 RELACIONES MORFOMÉTRICAS	18
7. DISCUSIONES	29
8. CONCLUSIONES	33
9. LITERATURA CITADA	34
10. REFERENCIAS ELECTRÓNICAS	39
ANEXOS	40
ANEXO I. ESTADILLO DE MUESTREO BIOLÓGICO	40
ANEXO II. ESTADILLO DE REGISTRO DE OTOLITOS	41

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I. RANGOS DE LONGITUD-PESO, No. DE ORGANISMOS BELONIFORMES CAPTURADOS EN EL PNSAV	15
TABLA II. RELACIONES TALLA-PESO DE BELONIFORMES CAPTURADOS EN EL PNSAV	16
TABLA III. RELACIONES MORFOMÉTRICAS DEL AGUJÓN <i>Tylosurus acus acus</i>	19
TABLA IV. RELACIONES MORFOMÉTRICAS DEL AGUJÓN SABLE <i>Ablennes hians</i>	21
TABLA V. RELACIONES MORFOMÉTRICAS DEL AGUJÓN VERDE <i>Strongylura marina</i>	23
TABLA VI. RELACIONES MORFOMÉTRICAS DEL BALAJÚ <i>Hemiramphus brasiliensis</i>	25
TABLA VII. RELACIONES MORFOMÉTRICAS DEL BALAJÚ <i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	27

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. MAPA DEL PARQUE NACIONAL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO	9
FIGURA 2. LONGITUD TOTAL (LT) Y LONGITUD PREORBITAL (LP) TOMADAS DE LOS ORGANISMOS	11
FIGURA 3. ESQUEMATIZACIÓN DE LAS MEDIDAS DE LOS OTOLITO	12
FIGURA 4. MEDICIÓN DE OTOLITOS	12
FIGURA 5. RELACIÓN TALLA VS PESO DE LOS BELONIFOMES CAPTURADOS EN EL PNSAV	17
FIGURA 6. <i>Tylosurus acus acus</i> (Lacepède, 1803) Y SUS OTOLITOS	19
FIGURA 7. RELACIONES MORFOMÉTRICAS DEL AGUJÓN <i>Tylosurus acus acus</i>	20
FIGURA 8. <i>Ablennes hians</i> (Valenciennes, 1846) Y SUS OTOLITOS	21
FIGURA 9. RELACIONES MORFOMÉTRICAS DEL AGUJÓN SABLE <i>Ablennes hians</i>	22
FIGURA 10. <i>Strongylura marina</i> (Walbaum, 1792) Y SUS OTOLITOS	23
FIGURA 11. RELACIONES MOROFOMÉTRICAS DEL AGUJÓN VERDE <i>Strongylura marina</i>	24
FIGURA 12. <i>Hemiramphus brasiliensis</i> (Linnaeus, 1758) Y SUS OTOLITOS	25

FIGURA 13. RELACIONES MORFOMÉTRICAS DEL BALAJÚ <i>Hemiramphus brasiliensis</i>	26
FIGURA 14. <i>Hyporhamphus unifasciatus</i> (Ranzani, 1841) Y SUS OTOLITOS	27
FIGURA 15. RELACIONES MORFOMÉTRICAS DEL BALAJÚ <i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	28

RESUMEN

Los peces óseos poseen tres pares de otolitos, los cuales están situados en el interior del aparato vestibular y su morfología depende de la especie. Debido a su morfología, son utilizados como herramienta de identificación taxonómica y de estimación biométrica indirecta de peces presa antes de ser digeridas. El objetivo de este trabajo fue estimar las relaciones que existen entre las dimensiones del pez con las dimensiones de los otolitos mediante la determinación del tipo y el mejor ajuste numérico, de peces del orden Beloniformes capturados dentro del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano y áreas adyacentes. Se estudiaron 181 organismos, se identificaron 5 especies (*Hemiramphus brasiliensis*, *Hyporhamphus unifasciatus*, *Strongylura marina*, *Tylosurus acus acus* y *Ablennes hians*). Los otolitos fueron medidos (largos y anchos en milímetros) y pesados (g). Se calcularon relaciones talla-peso de los Beloniformes; *H. brasiliensis* presentó isométrie; *A. hians* y *H. unifasciatus* presentaron alometría positiva; *T. acus acus* y *S. marina* presentaron alometría negativa. El intervalo del coeficiente de correlación (r) fue de 0.92-0.99. Las relaciones morfométricas con mejor ajuste conformaron dos grupos, los que presentaron regresión lineal, entre la longitud del otolito con la longitud de las 5 especies; y los de tipo potencial, entre la longitud del otolito y el peso de 3 especies. Lo que significa que con alguna de las dimensiones del otolito es posible reconstruir la longitud y/o el peso del organismo fuente al 95% de confianza.

Palabras clave: Beloniformes, otolitos, relaciones morfométricas.

1. INTRODUCCIÓN

Los peces óseos (Osteichthyes) poseen tres pares de otolitos: *sagittae*, *lapillus* y *asteriscus*, los cuales son cuerpos calcáreos situados en el interior del aparato vestibular y su morfología depende de la especie. De los tres pares de otolitos, los *sagittae* son los de mayor tamaño y por lo tanto los más utilizados en estudios de microestructura, determinación de edad y descripción del crecimiento, mediante el recuento de los anillos (Harvey *et al.*, 2000).

En lo que a estudios biológico-pesqueros se refiere, la información derivada de los otolitos es utilizada como indicador indirecto de la distribución geográfica de peces y para cuantificar efectos potenciales de los depredadores naturales (Mauco *et al.*, 2001; Waessle, *et al.*, 2002.).

Debido a su morfología, son utilizados también como herramienta de identificación taxonómica y de estimación biométrica indirecta de peces presa antes de ser digeridas (Jobbling & Brelby 1986; Tollit *et al.*, 1997; Granadeiro y Silva 2000; Waessle *et al.*, 2002), ambas aplicaciones con orientación trofodinámica. Para tales fines se requiere de un diagnóstico preciso de los restos de las presas encontrados en los tractos digestivos, o en lo regurgitado de los depredadores bajo estudio, así como de regresiones específicas que establezcan la relación numérica y su grado de ajuste entre la longitud o el peso del otolito con la de los peces fuente (Auriolles, 1991; Reid, 1996; Harvey *et al.*, 2000; Waessle, *et al.*, 2002).

La predicción de tamaño de los peces, tanto en longitud como en peso, se puede realizar sobre la base de las dimensiones de los otolitos. No obstante, esta relación no siempre es estable, ya que la longitud de los otolitos frecuentemente se relaciona linealmente con la longitud de los peces pero se debilita en los extremos del intervalo de talla (Morris & Hardman, 1973; Munk & Smikrud, 2002).

Los peces del orden Beloniformes, habitan aguas marinas y epicontinentales templadas y tropicales del mundo. En el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) son llamados comúnmente balajú, agujas, agujones o peces caimán, dependiendo de la especie que se trate. Estos nombres están relacionados con características distintivas de las especies, tales como el largo de las mandíbulas, el desarrollo de las aletas pectorales y del lóbulo inferior de la aleta caudal.

Algunos beloniformes son componentes regulares de la pesca artesanal que se realiza en el PNSAV, pero son considerados especies de descarte o de importancia secundaria; con excepción de *Hemiramphus brasiliensis*, Linnaeus, 1758 (Balajú), que es utilizado como carnada de primera para la pesca deportiva y de palangre de fondo.

La información biológica-pesquera básica derivada de la pesca artesanal que se realiza en el PNSAV es escasa, y prácticamente nula cuando se trata de especies consideradas como secundarias o de descarte. Razón por la cual, este trabajo tiene como objetivo principal generar información detallada acerca de la composición faunística de los belónidos capturados en el PNSAV y las relaciones morfométricas entre su otolito y las dimensiones corporales, con la finalidad de

ampliar el conocimiento detallado de la ictiofauna que habita en la zona costera veracruzana, más allá del grado de aprecio económico que represente.

2. ANTECEDENTES

A la fecha, no existe información extensa acerca de estudios de morfometría de otolitos de peces tropicales. No obstante, Begg *et al.* (2005) revisaron y analizaron retrospectivamente y en detalle las diversas aplicaciones de las investigaciones relacionadas con otolitos. En orden de importancia la mayor parte de los estudios son de edad y crecimiento y de composición química de los otolitos, la aplicación taxonómica-trofodinámica ni siquiera está considerada en dicha revisión.

Los otolitos se utilizan en diversos estudios de las ciencias pesqueras (Rodríguez, 2006), entre los que destacan, por su importancia, los relacionados con la determinación de la edad y la estimación del crecimiento (**ver** Ibáñez *et al.* 1996, Wilson & Nieland 2001, por mencionar algunos ejemplos en el Golfo de México), los de identificación de taxa (Martínez *et al.*, 2007, Tusset *et al.*, 2008) y los estudios de diferenciación de stocks (DeVries *et al.* 2001; Short *et al.*, 2006; Ramírez *et al.*, 2010). En otros estudios, se ha utilizado la morfología interna del otolito como descriptor potencial del oído de los peces (Aguirre, 2003).

En cuanto al establecimiento de relaciones morfométricas entre los otolitos y los peces de donde provienen (organismo fuente), los estudios hasta ahora realizados se han concentrado en peces de latitudes medias y altas de los océanos Pacífico y Atlántico (*ver* Morris *et al.*, 1973, Waessle *et al.*, 2000, Munk *et al.*, 2002 Harvey *et al.*, 2000; Aydin *et al.*, 2004). Producto de estos estudios se ha determinado que las dimensiones de los peces y el tamaño de sus otolitos están

estrechamente relacionadas entre sí, casi siempre de forma lineal, y en algunos casos exponencialmente (Volpedo *et al.*,1996).

Para especies de latitudes tropicales el conocimiento acerca de las relaciones morfométricas de los otolitos es muy escaso, por lo que se considera relevante abordar investigaciones bajo este enfoque, ya que son elementos complementarios indispensables para estudios de ecología trófica, en los cuales se requiere de información detallada que permita identificar fehacientemente las presas ingeridas por los consumidores, a través de estructuras reconocibles aun después de un avanzado proceso de digestión.

El estudio de diversos aspectos de la biología, ecología y filogenia de Beloniformes ha sido abordado en otras partes del mundo, por ejemplo, se han realizado estudios de crecimiento, mortalidad y evaluación de stocks de *Ablennes hians* (Kasim *et al.*,1996) y de dinámica poblacional (Kumara y Amarasinghe, 2008) en el Océano Índico, de ecología de la familia Belonidae en la Amazonia (Goulding y Carvalho, 1984), de reproducción y fecundidad de *H. brasiliensis* y *H. balao* en Florida (McBride & Thurman, 2003) y de aspectos evolutivos de Beloniformes (Lovejoy, 2000).

En un contexto cada vez más orientado hacia el manejo ecosistémico de los recursos acuáticos, es necesario contar con información de la mayor parte de los componentes de dichos ecosistemas, y en el caso de los Beloniformes que habitan las aguas mexicanas del Golfo de México y en particular en el estado de Veracruz, a pesar de ser conspicuos, abundantes y eminentemente costeros, no existe ningún estudio acerca la biología de estos organismos, y menos aun

estudios básicos acerca las relaciones morfométricas de los otolitos y su organismo fuente.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general.

Establecer las relaciones morfométricas otolitos-pez más apropiadas para las especies conspicuas de peces del orden Beloniformes, capturados en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano y áreas adyacentes.

3.2 Objetivos específicos.

- Identificar a nivel de especie los Beloniformes conspicuos de la captura.
- Construir un registro fotográfico de alta definición de los organismos y sus otolitos.
- Llevar a cabo análisis biométricos de los peces Beloniformes capturados y sus otolitos
- Calcular las relaciones talla-peso de las especies bajo estudio
- Estimar las relaciones morfométricas entre los otolitos y las dimensiones corporales de los organismos fuente.
- Determinar el tipo y mejor ajuste numérico entre las dimensiones del otolito y las del organismo fuente.

4. ÁREA DE ESTUDIO

El PNSAV posee una extensión de 52238 ha y se encuentra situado entre las coordenadas geográficas 19°00'00" y 19°16'00" de latitud N y 95°45'00" y 96°12'00" de longitud O en la porción central del estado de Veracruz; frente a los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado.

El PNSAV está constituido por un conjunto de 23 arrecifes divididos en dos áreas, divididas por la desembocadura del río Jamapa- Atoyac; Los de la zona norte localizados frente a Veracruz, que incluye a los arrecifes Punta gorda, Galleguilla, Blanquilla, Bajo Paducah (no marcado en el mapa), Pájaros, Ingeniero, Gallega, Anegada de Adentro, Isla verde, Isla de Sacrificios y Hornos. La zona sur frente a las costas de Antón Lizardo incluye a los arrecifes Giote, Blanca, Chopa, Cabezo, Santiaguillo, Anegadilla, Polo, Punta Coyol, Enmedio, Rizo, Anegada de Afuera y Topatillo (Fig.1)

El clima del PNSAV es cálido-húmedo con dos épocas bien marcadas: "nortes", caracterizada por precipitación reducida, que se presenta de septiembre a abril, con temperatura baja y frecuentes entradas de masas de aire frío; con eventos frecuentes de vientos intensos del norte. La época de "lluvias" se presenta de mayo a agosto, con temperaturas elevadas, alta precipitación y vientos débiles del este. La temperatura superficial promedio anual en la zona arrecifal es de 26°C, las temperaturas más bajas se registran en enero y febrero y oscilan alrededor de 18°C. (<http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/2/sav.html>).

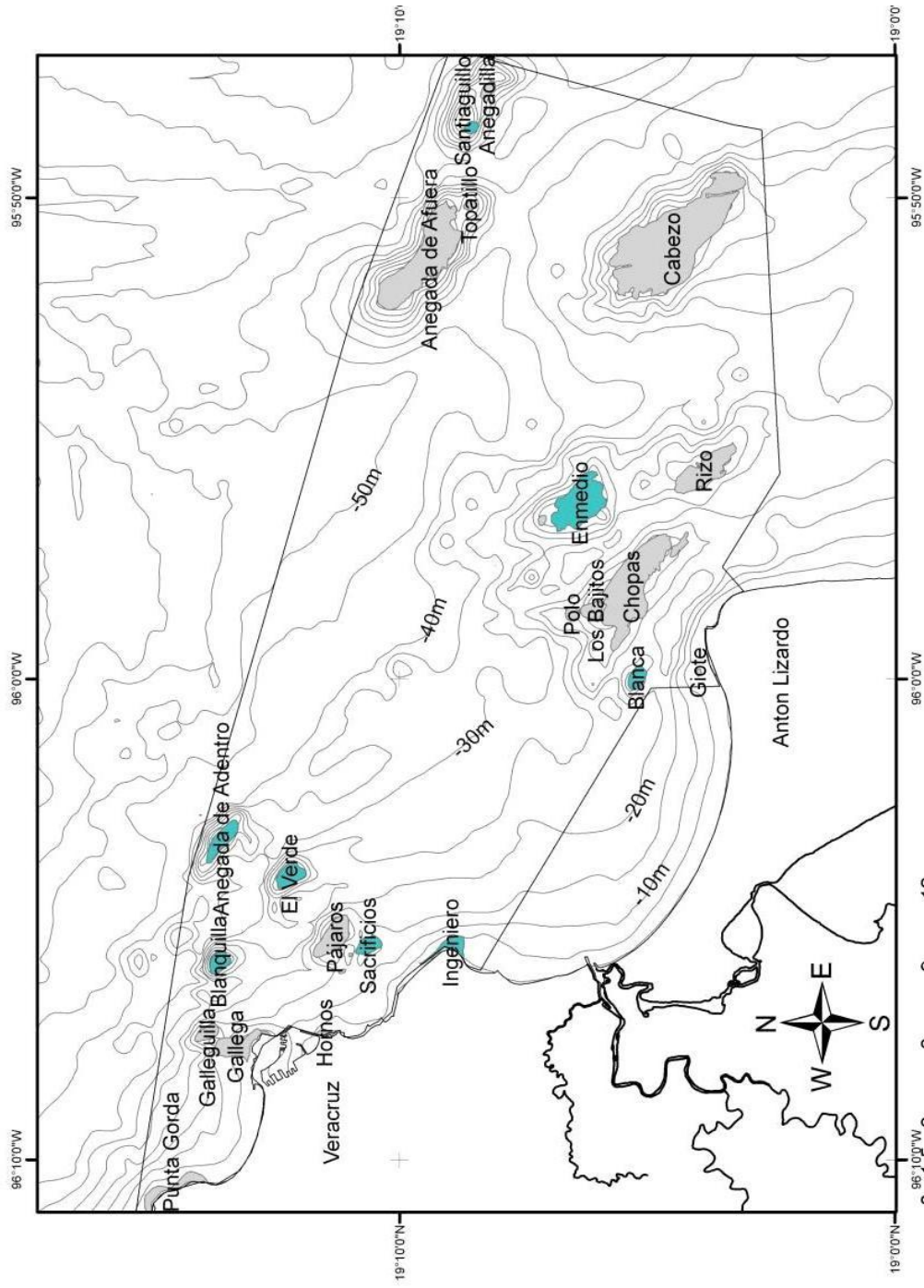


Figura 1. Mapa del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (tomado de Ortiz et al., 2007).

5. METODOLOGÍA

5.1 Captura de organismos

Entre agosto de 2009 y febrero de 2010, se realizaron siete muestreos a pie de playa de captura de chinchorro y en los centros de recepción de productos pesqueros o lugares de desembarco de la captura comercial proveniente del PNSAV y áreas adyacentes. Todos los organismos capturados se llevaron al laboratorio para el muestreo detallado.

5.2 Análisis de laboratorio

Se diseñaron formatos *ad hoc* para el registro de los datos biológicos y biométricos, tanto de los organismos enteros como de sus otolitos (Anexos I y II).

Una vez en el laboratorio, los organismos fueron separados e identificados a nivel de especie, mediante la guía dicotómica de identificación taxonómica editada por FAO para el Atlántico Centro Occidental (Carpenter, 2002). Adicionalmente, se buscó y asignó a cada una de las especies identificadas el código 3 alfa numérico de la lista de especies con propósitos estadísticos pesqueros de FAO (ASFIS por sus siglas en inglés).

Después de la identificación, se tomaron fotografías digitales individuales de cuerpo entero lateralmente para cada especie con una cámara Cannon PowerShot G10 de 14.7 megapíxeles de resolución.

Se realizó un muestreo biométrico en el cual se midió a cada individuo la longitud total (LT) al milímetro inferior, y en caso de *Ablennes hians* se obtuvo longitud preorbital (LP) debido a la fragilidad de su “pico” (Fig. 2), el peso vivo (PV) y el peso eviscerado (PE) al gramo inferior con una balanza Ohaus, modelo Scout Pro SP2001 (± 0.1 g).

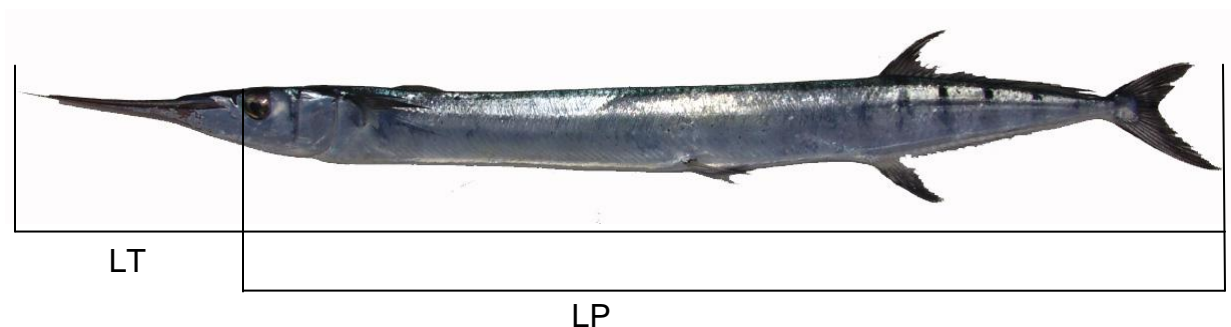


Figura 2. Longitud total (LT) y longitud preorbital (LP) tomadas a los organismos.

Se extrajeron los otolitos sagitales mediante un corte transversal sobre la cabeza y se limpiaron con un paño húmedo. Una vez limpios y sin residuos de tejido, se guardaron en bolsas rotuladas con el nombre científico del organismo, el PV o PE (si se trataba de organismos colectados en bodega), la LT o LP del pez, una clave de identificación individual (ID) para cada par de otolitos y la fecha de la extracción.

Los otolitos medidos fueron previamente seleccionados de acuerdo al estado físico en el que se encontraban. Se les midió tanto a lo largo como a lo ancho (Fig.3) con un Vernier digital al 0.1 mm de precisión (Fig. 4) y se pesaron con una balanza analítica marca Sartorius modelo BL210S con una precisión de 0.1 mg.

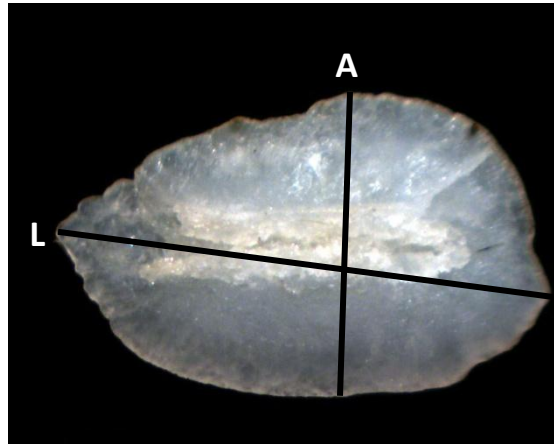


Figura 3. Esquematización de las medidas de los otolitos



Figura 4. Medición de otolitos

Las fotos de los otolitos se tomaron con una cámara marca Nikon E995 acoplada a un microscopio estereoscópico marca Olympus, mediante un lente coolpix MCD Lens. Las fotos se tomaron con un fondo negro y con la función de Macro de la cámara para maximizarlos detalles y el enfoque.

Paralelamente y como apoyo complementario a la identificación, se buscó si existía algún registro visual de otolitos para estas especies en la página electrónica del proyecto FishBase (<http://fishbase.org>) y en el catalogo en línea

llamado “Análisis de la forma del otolito” - AFORO (Lombarte, *et al*, 2006) (<http://www.cmima.csic.es/aforo/>).

5.3 Análisis de datos

Se diseñó una base de datos en Microsoft Excel, compuesta por dos hojas de cálculo-base, y varias más de trabajo y análisis:

Registro de belónidos. Consistió en una hoja de cálculo donde se vertieron los datos biométricos provenientes de los estadillos. Los campos correspondientes fueron: clave del pez 3 alfa, especie, zona de muestreo, zona de pesca, arte de pesca, LT o LP (mm), PV y PE (g), clave otolitos y observaciones.

Registro de otolitos-belónidos. Una hoja de cálculo donde se vertieron los datos de los otolitos, los campos fueron el ID, largo del otolito (LO) en mm, ancho del otolito (AO) en mm, el peso del otolito (PO) en g, longitud del pez mm (ya sea LT o LP) y el peso del pez (PV y PE) en g. Se utilizó una hoja de cálculo por cada especie de pez.

Una vez volcados la totalidad de los datos en electrónico, se estimaron las relaciones talla-peso de los organismos, ajustando los observados a una ecuación potencial:

$$W=a L^b$$

Donde:

W= Peso en gramos.

a= Indica el coeficiente de forma.

L= Longitud total en milímetros.

b= Indica el tipo de crecimiento: alométrico positivo ($b>3$), alométrico negativo ($b<3$), o isométrico ($b=3$).

El procedimiento de ajuste se llevó a cabo con la herramienta de ajuste de línea de tendencia en Excel 2007.

Posteriormente se calcularon las siguientes relaciones morfométricas:

- Longitud Total (mm) - Longitud del otolito (mm) **LT vs LO**
- Longitud Total (mm) - Ancho del otolito (mm) **LT vs AO**
- Longitud Total (mm) - Peso del otolito (g) **LT vs PO**
- Longitud preorbital (mm) – Longitud del otolito (mm) **LP vs LO** (para organismos incompletos).
- Peso eviscerado (g) - Peso otolito (g) **PE vs PO**
- Peso vivo (g) - Peso Otolito (g) **PV vs PO**
- Peso vivo (g) - Longitud del otolito (mm) **PV vs LO**

Una vez estimadas las relaciones morfométricas, se compararon y evaluaron los coeficientes de correlación para determinar el mejor ajuste numérico en función del valor más alto de la correlación.

6. RESULTADOS

6.1 Identificación de especies

Se colectaron 181 organismos, pertenecientes a dos familias y cinco especies de Beloniformes. (Tabla I). De la Familia **Belonidae**: *Ablennes hians* (Valenciennes, 1846), *Strongylura marina* (Walbaum, 1792) y *Tylosurus acus acus* (Lacepède, 1803), todas ellas llamadas comúnmente agujones, y de la Familia **Hemiramphidae**: *Hemiramphus brasiliensis* (Linnaeus, 1758) e *Hyporamphus unifasciatus* (Ranzani, 1841) comúnmente llamados Balajú.

De las especies obtenidas, el *Tylosurus acus acus* fue la mejor representada en este estudio con 51 individuos.

Nombre científico	Clave alfa-numérica	Nombre común	N	Rangos de longitud- peso	
				(mm)	(g)
<i>Hemiramphus brasiliensis</i>	BAL	Balajú	48	170-400	10.5-178.0
<i>Hyporamphus unifasciatus</i>	HHU	Balajú	24	146-332	4.9-107.9
<i>Tylosurus acus acus</i>	AND	Agujón	51	235- 855	19.3-1101.0
<i>Ablennes hians</i>	BAF	Agujón sable	35	485- 710	76.6- 376.4
<i>Strongylura marina</i>	NFA	Agujón verde	23	336-665	58.7-380.0

6.2 Relaciones biométricas

6.2.1 Relaciones talla-peso

Los resultados de las relaciones talla-peso se muestran en la tabla II. Se observó una alometría negativa en cuanto a las relaciones longitud total-peso vivo en *T. acus acus*, y *S. marina*. Una alometría positiva para el *H. unifasciatus* y *A. hians*; e isometría en *H. brasiliensis*. Las relaciones fueron significativas para todas las especies ($p < 0.05$). (Fig. 5)

TABLA II. RELACIONES TALLA-PESO DE BELONIFORMES CAPTURADOS EN EL PNSAV						
Especie	Relación	n	a	b	Coefficiente de correlación (r)	r ²
<i>Ablennes hians</i>	LT-PV	35	0.0000002	3.2412	0.9526	0.9075
<i>Ablennes hians</i>	LP-PV	35	0.000002	3.0264	0.9811	0.9627
<i>Ablennes hians</i>	LT-PE	35	0.0026	1.7777	0.6428	0.4132
<i>Hemiramphus brasiliensis</i>	LT-PV	48	0.0000009	3.1840	0.9969	0.9939
<i>Hemiramphus brasiliensis</i>	LT-PE	48	0.0000009	3.1803	0.9965	0.9932
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	LT-PV	24	0.00000006	3.6646	0.9946	0.9894
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	LT-PE	24	0.00000006	3.6571	0.9942	0.9886
<i>Tylosurus acus acus</i>	LT-PV	52	0.000007	2.7436	0.9260	0.8576
<i>Tylosurus acus acus</i>	LT-PE	52	0.000007	2.7285	0.9292	0.8635
<i>Strongylura marina</i>	LT-PV	23	0.00002	2.6022	0.9697	0.9405
<i>Strongylura marina</i>	LT-PE	23	0.00002	2.5772	0.9693	0.9396

LT=longitud total; LP=longitud preorbital; PV=Peso vivo (completo); PE= Peso eviscerado

Nota: Se consideró un crecimiento isométrico entre 2.9 y 3.1

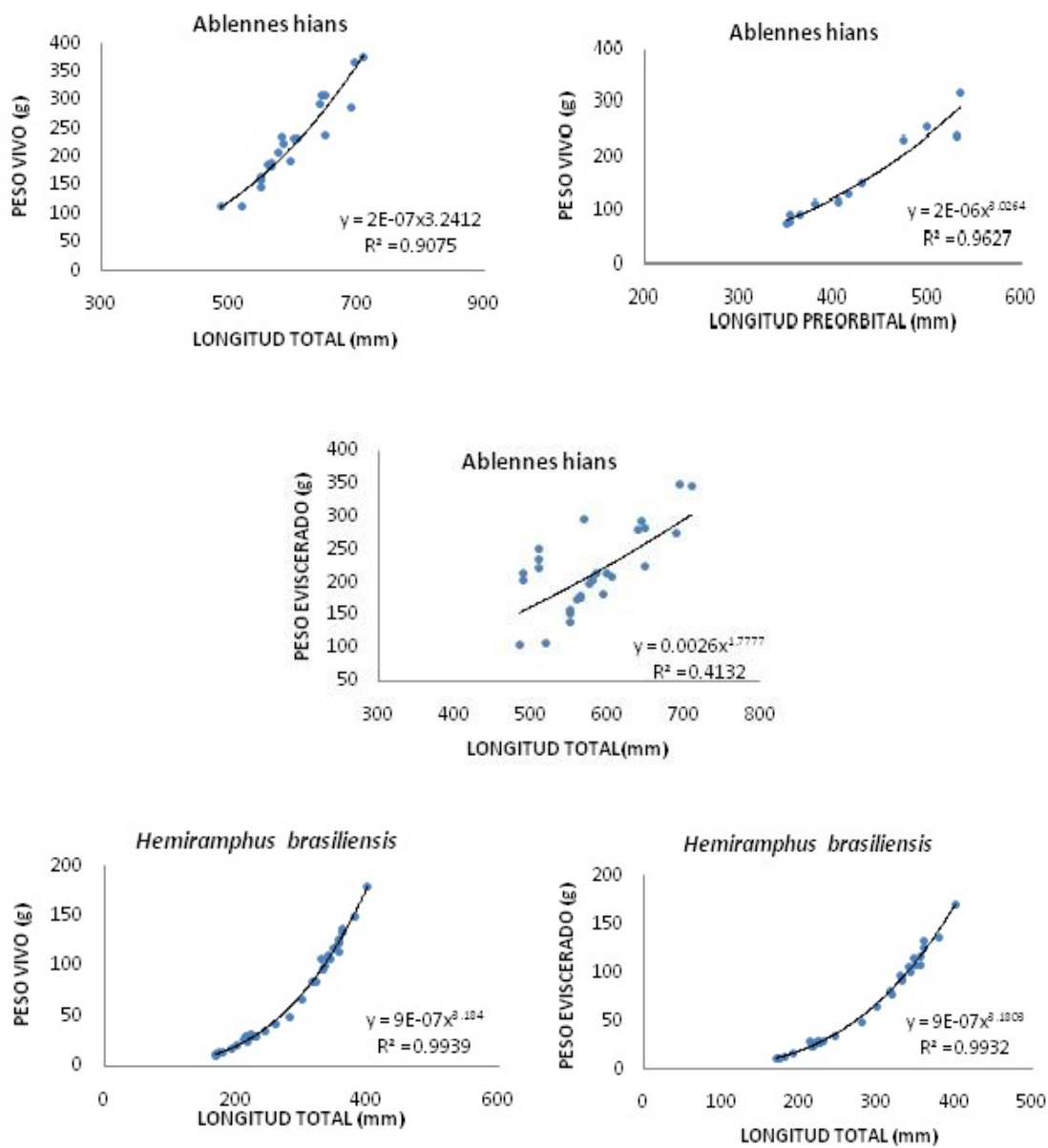


Figura 5. Relación Talla vs Peso de los Beloníformes capturados en el PNSAV.

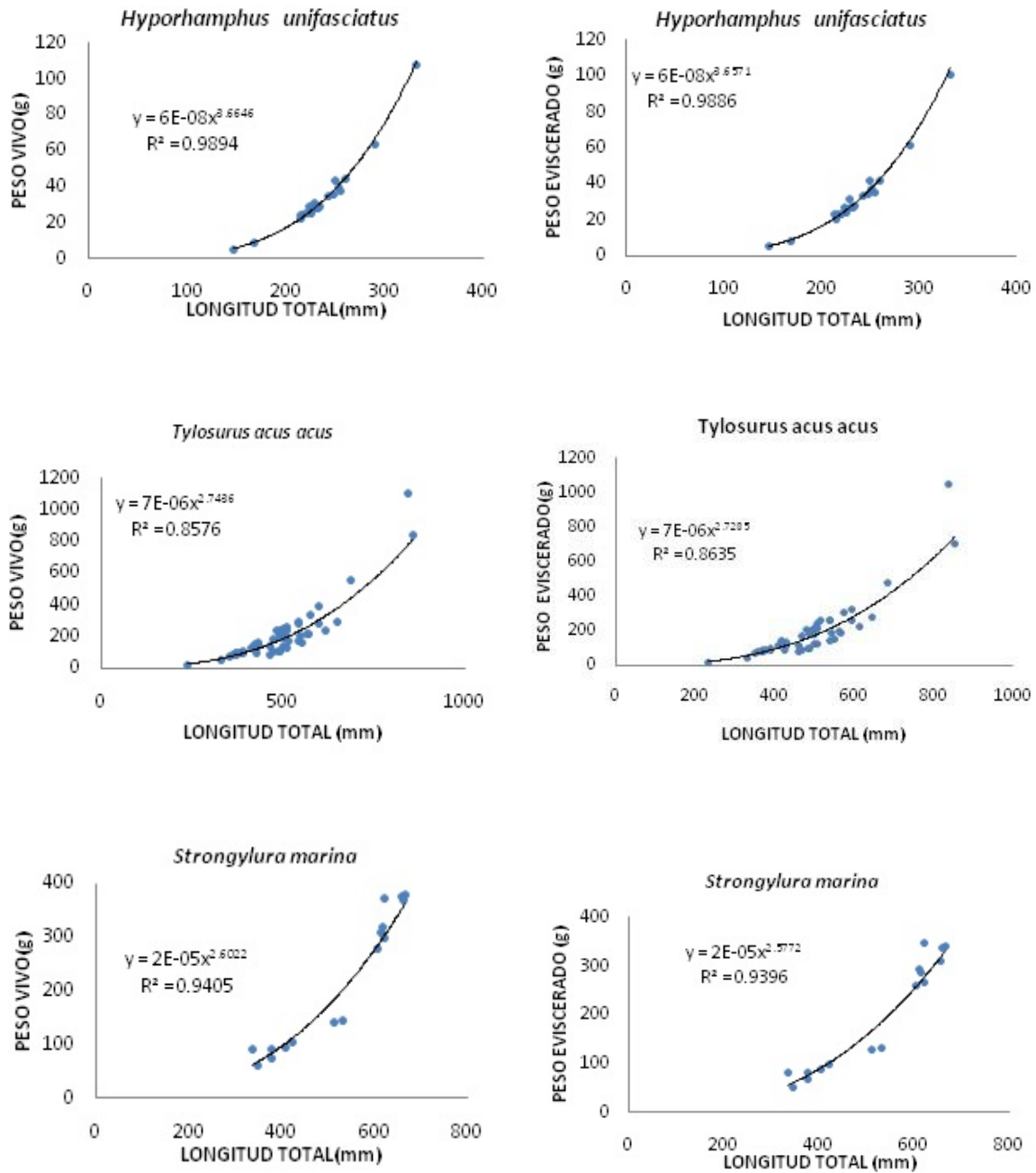


Figura 5.Continuación.

6.2.2 Relaciones morfométricas

El resultado de las relaciones morfométricas entre las dimensiones del *Tylosurus acus acus* y las dimensiones de su otolito (Fig. 6) se presentan en la tabla III.

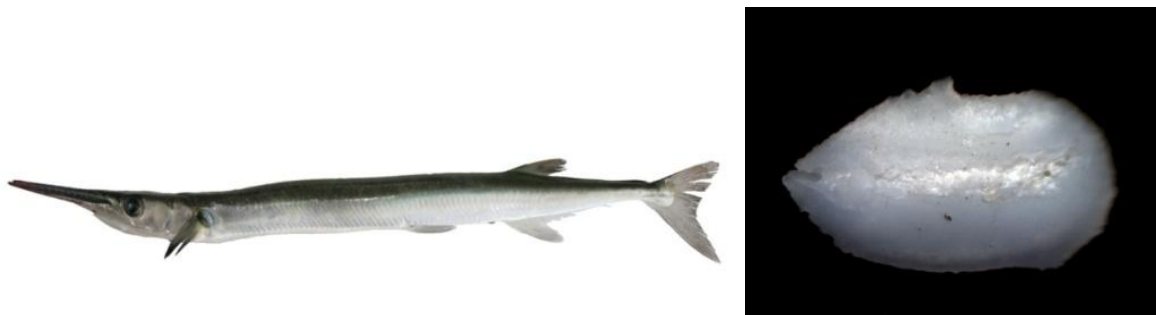


Figura 6. *Tylosurus acus acus* (Lacepède, 1803) y sus otolitos

TABLA III. RELACIONES MORFOMÉTRICAS DEL AGUJÓN (<i>Tylosurus acus acus</i>)				
Relaciones	Regresión	Ecuación	Coefficiente de correlación (r)	r ²
LT-LO	Lineal	Y=85.176x+88.333	0.9153	0.8378
LT-AO	Lineal	Y=146.7x+37.665	0.8712	0.7590
LT-PO	Potencial	Y=2049.6x ^{0.3216}	0.9446	0.8924
PE-PO	Lineal	Y=10521x+45.916	0.9781	0.9568
PV-PO	Lineal	Y=11536x+53.447	0.9523	0.9069
PV-LO	Potencial	Y=2.174x ^{2.8382}	0.9583	0.9184

El mejor ajuste numérico para estimar el peso del pez fue la relación PE-PO de tipo lineal (r=0.9781; g.l.= 50; p<0.05) y para la reconstrucción de la longitud del pez el mejor ajuste fue la relación LT-LO de tipo lineal (r=0.9153; g.l.= 50; p<0.05). (Fig. 7).

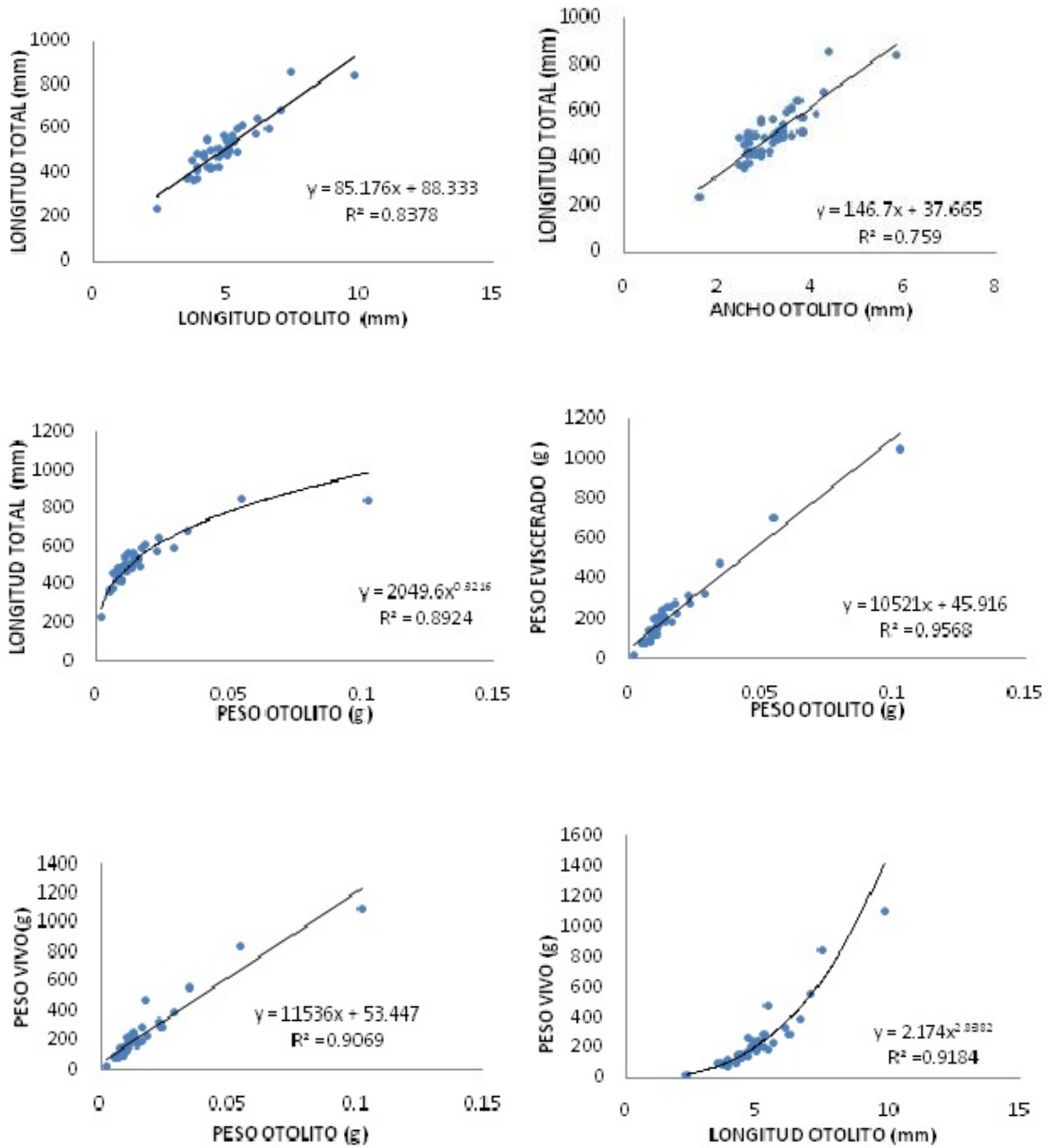


Figura 7. Relaciones morfométricas del Agujón *Tylosurus acus acus*

En lo que a *A. hians* concierne (Fig. 8), el resumen de los coeficientes y el ajuste de las relaciones se muestran en la tabla IV. En el caso de estos organismos, se midió tanto LT como la LP, debido a que algunos individuos presentaban el “pico” roto.



Figura 8. *Ablennes hians* (Valenciennes, 1846) y sus otolitos

TABLA IV. RELACIONES MORFOMÉTRICAS DEL AGUJÓN SABLE (<i>Ablennes hians</i>)				
Relación	Regresión	Ecuación	Coefficiente de correlación (r)	r ²
LT-LO	Lineal	Y=91.361x+219.64	0.6180	0.3820
LT-AO	Lineal	Y=157.42x+198.81	0.7441	0.5538
LT-PO	Potencial	Y=1947.3x ^{0.2297}	0.6578	0.4328
LP-LO	Lineal	Y=113.11x+18.922	0.8823	0.7786
LP-AO	Lineal	Y=178.8x+40172	0.9187	0.8441
PE-PO	Lineal	Y=33957x+9.4073	0.7879	0.6208
PV-PO	Lineal	Y=37658x+3.6714	0.7908	0.6255
PV-LO	Potencial	Y=3.6916x ^{2.8826}	0.8597	0.7391

El mejor ajuste numérico para estimar la longitud del pez de *A. hians* fue la relación LP-AO de tipo lineal (r=0.9187; g.l.=34; p<0.05) y para reconstruir el peso del pez, fue PV-LO de tipo potencial (r = 0.8597; g. l. = 34; p<0.05). (Fig.9)

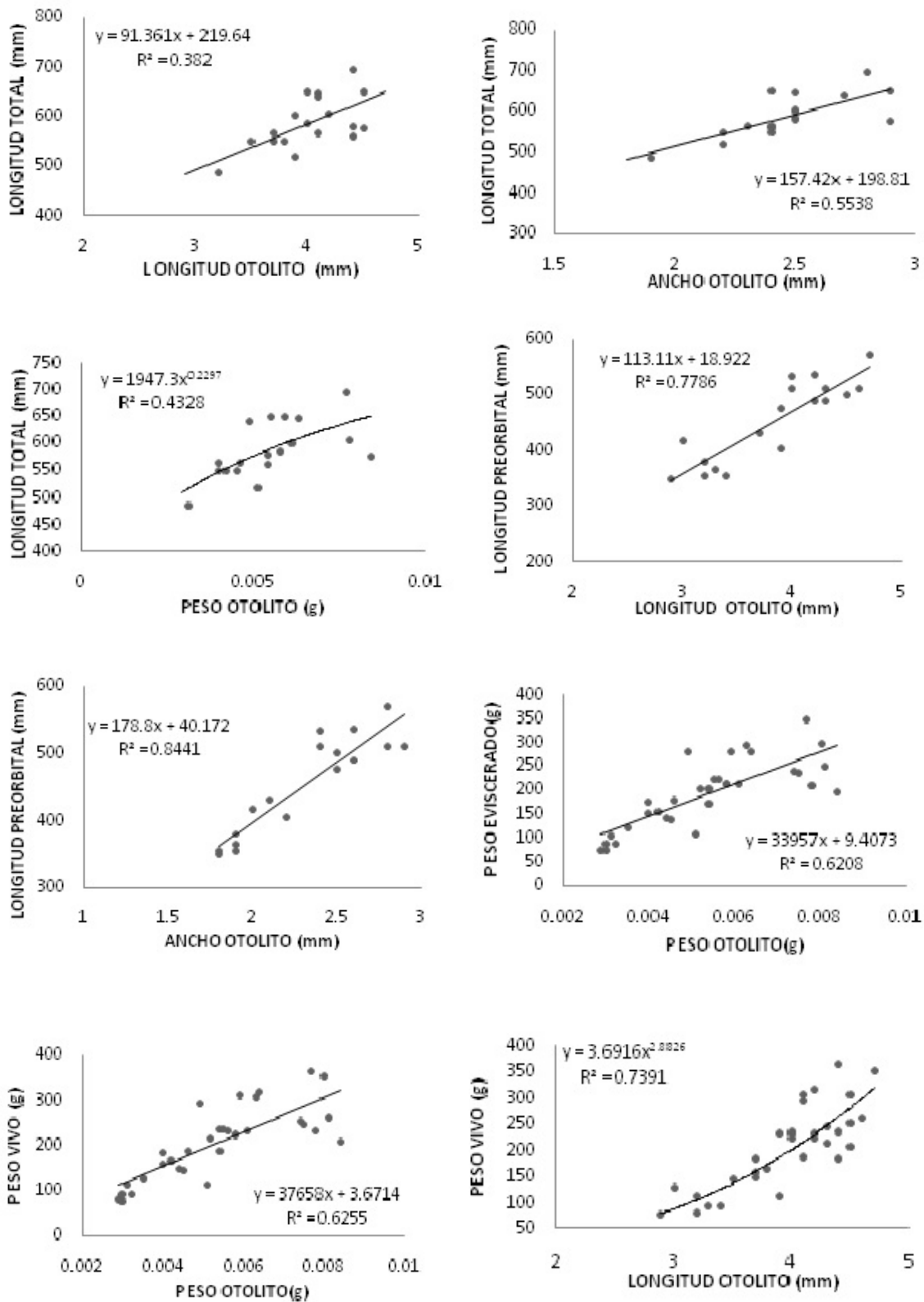


Figura 9. Relaciones morfométricas del Agujón sable *Ablennes hians*

En el caso de *Strongylura marina* (Fig.10) se estudiaron 23 organismos y las relaciones morfométricas se presentan en la tabla V.

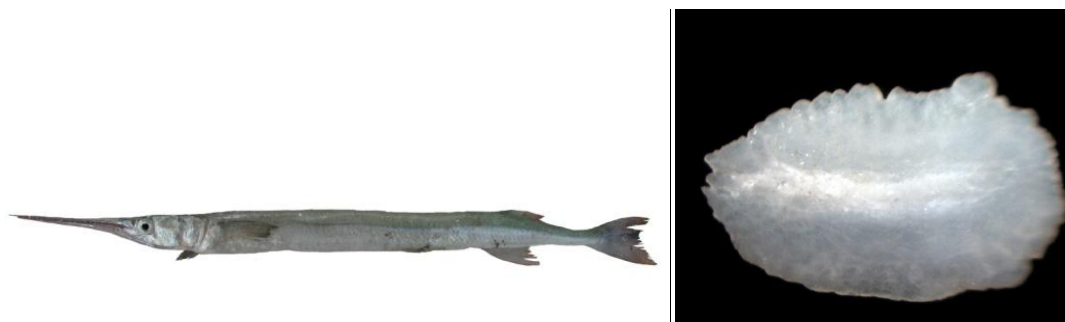


Figura 10. *Strongylura marina* (Walbaum, 1792) y sus otolitos.

TABLA V. RELACIONES MORFOMÉTRICAS DEL AGUJÓN VERDE (<i>Strongylura marina</i>)				
Relación	Regresión	Ecuación	Coefficiente de correlación (r)	r ²
LT-LO	Lineal	Y=125.85x-97.551	0.9328	0.8702
LT-AO	Lineal	Y=393.68x-621.76	0.7580	0.5747
LT-PO	Potencial	Y=4167.8x ^{0.4686}	0.8365	0.6998
PV-PO	Lineal	Y=17262x-2.7178	0.7740	0.5992
PV-LO	Potencial	Y=0.6709x ^{3.5445}	0.9748	0.9504
PE-PO	Lineal	Y=15844x-4.5065	0.7924	0.6280

El mejor ajuste numérico para estimar la longitud del pez fue la relación LT-LO de tipo lineal (r=0.9328; g.l.= 22; p<0.05), y para reconstruir el peso del pez, fue PV-LO con un ajuste potencial (r = 0.9748; g.l.= 22; p<0.05) (Fig. 11)

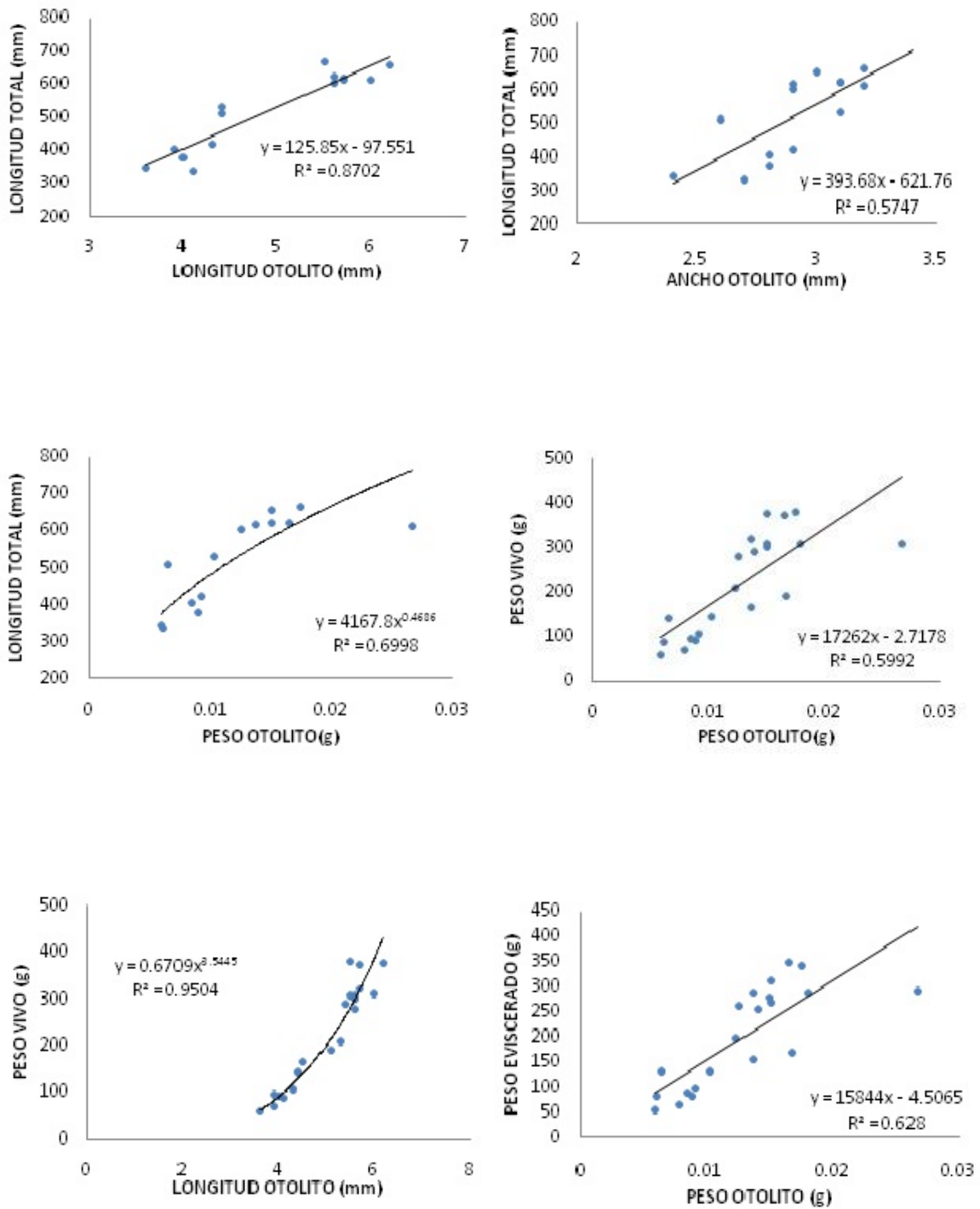


Figura 11. Relaciones morfométricas del Agujón verde *Strongylura marina*

De *Hemiramphus brasiliensis* (Fig. 12) se midieron 48 organismos y en la tabla VI se muestran las relaciones morfométricas resultantes.



Figura 12. *Hemiramphus brasiliensis* (Linnaeus, 1758) y sus otolitos

TABLA VI. RELACIONES MORFOMÉTRICAS DEL BALAJÚ (<i>Hemiramphus brasiliensis</i>)				
Relación	Regresión	Ecuación	Coefficiente de correlación (r)	r ²
LT-LO	Lineal	Y=50.593x-12.225	0.9438	0.8909
LT-AO	Lineal	Y=116.57x-115.58	0.8880	0.7887
LT-PO	Potencial	Y=958.17x ^{0.314}	0.9423	0.8880
PV-PO	Lineal	Y=2966.1x+0.4279	0.9271	0.8596
PV-LO	Potencial	Y=0.1996x ^{3.2201}	0.9489	0.9005
PE-PO	Lineal	Y=2725.9x+1.8731	0.9166	0.8402

La relación lineal LT- LO fue la relación con el mejor ajuste (r=0.9438; g.l.=47; p<0.005) para la reconstrucción de la longitud del pez. En cuanto al peso del individuo, la relación más propicia (r=0.9489; g.l.=47; p<0.005) fue de tipo potencial PV-LO (Fig. 13).

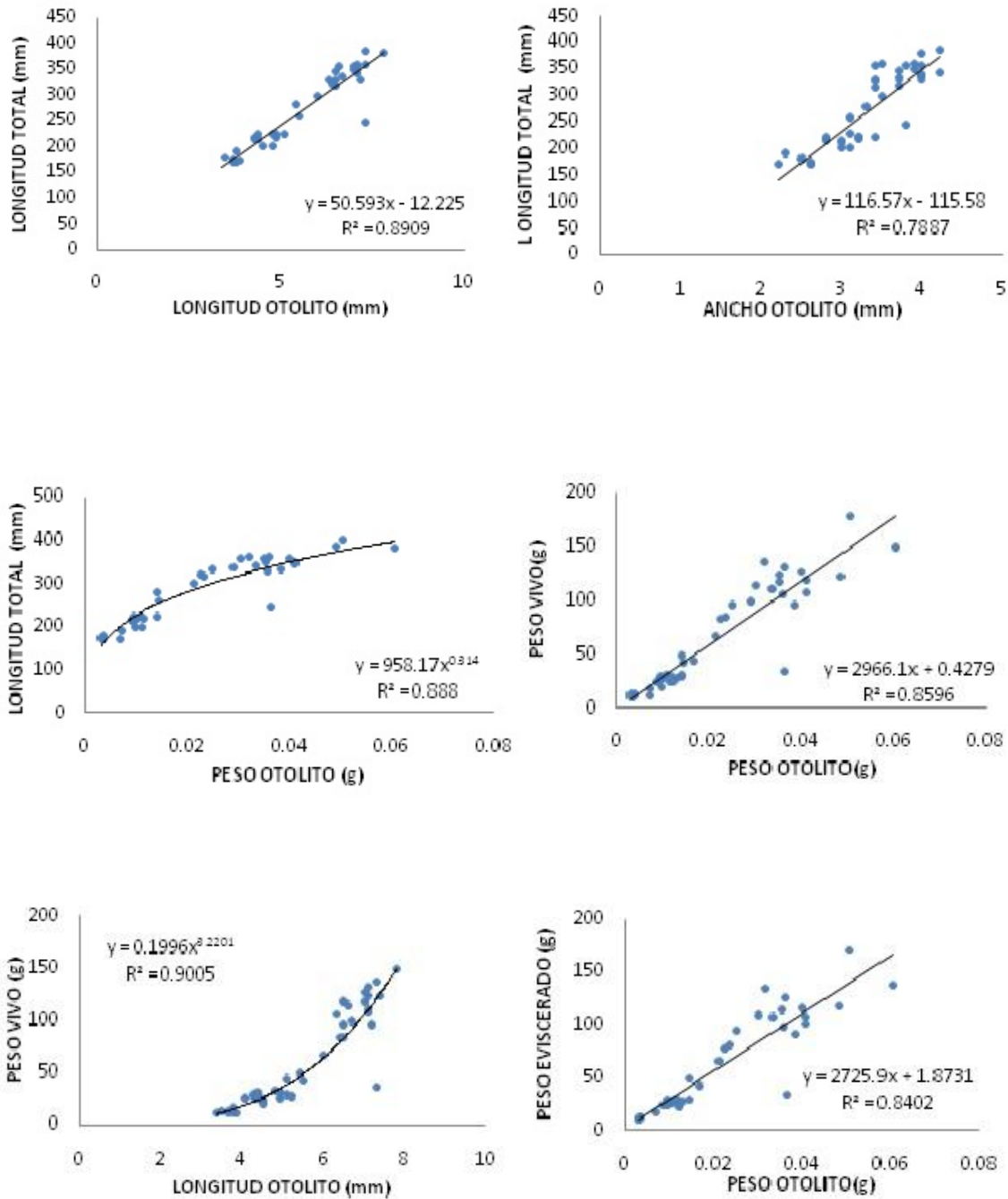


Figura 13. Relaciones morfométricas del Balajú *Hemiramphus brasiliensis*

De *Hyporhamphus unifasciatus* (Fig. 14) se analizaron 24 organismos, el resultado de las relaciones morfométricas se presentan en la tabla VII.

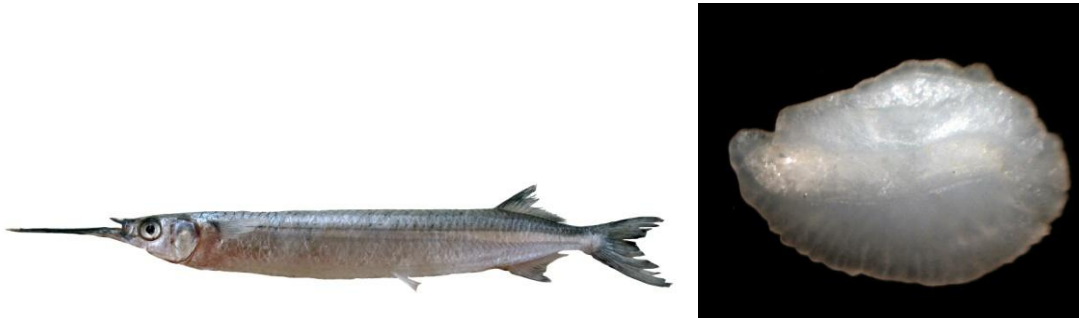


Figura 14. *Hyporhamphus unifasciatus*(Ranzani, 1841) y sus otolitos.

TABLA VII. RELACIONES MORFOMÉTRICAS DEL BALAJÚ(<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>)				
Relación	Regresión	Ecuación	Coefficiente de correlación (r)	r ²
LT-LO	Lineal	Y=41.465x+23.694	0.9627	0.9268
LT-AO	Lineal	Y=61.743x+26.831	0.9254	0.8564
LT-PO	Potencial	Y=773.27x ^{0.2838}	0.9620	0.9256
PV-PO	Lineal	Y=2619.7x-7.492	0.9394	0.8741
PV-LO	Potencial	Y=0.1818x ^{3.1625}	0.9506	0.9038
PE-PO	Lineal	Y=2473.2x-6.8384	0.9395	0.8827

Para la reconstrucción de la longitud del individuo, la relación lineal LT-LO observó el mejor ajuste numérico (r=0.9627; g.l.=23; p<0.005). En cuanto a la reconstrucción del peso del pez la relación potencial PV-LO fue la de mejor ajuste numérico (r=0.9506; g.l.=23; p<0.005)(Fig. 15).

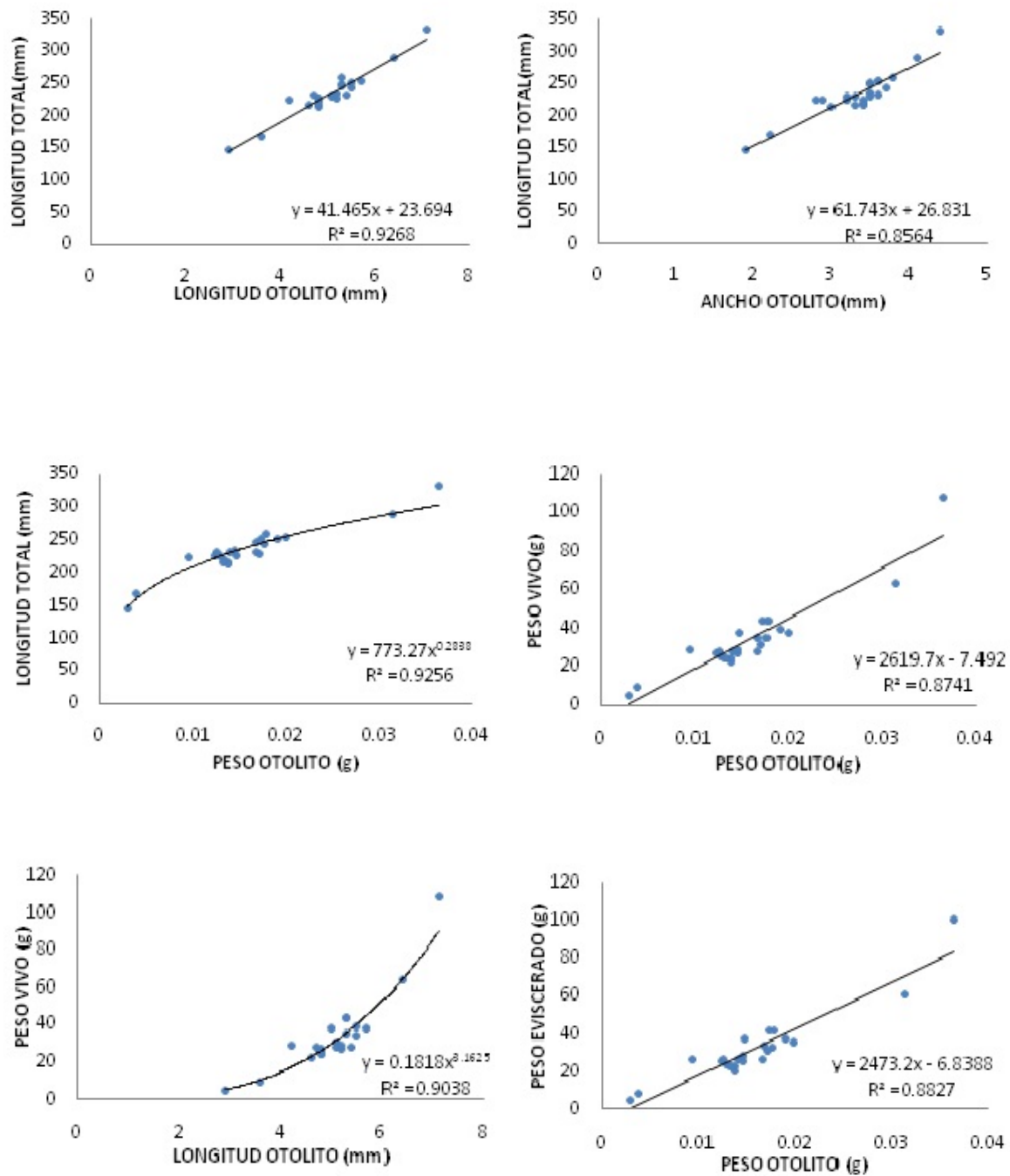


Figura 15. Relaciones morfométricas del Balajú *Hyporhamphus unifasciatus*

7. DISCUSIÓN

En el Golfo de México se encuentran 3 familias registradas del Orden Beloniforme (Carpenter, 2002), en este estudio se analizaron 181 organismos pertenecientes a 2 de ellas: 1) la familia Hemiramphidae y 2) la familia Belonidae. De la primera se identificaron 2 especies, de las 7 reportadas para esta área, es decir, se obtuvo el 20% aproximadamente del total de las especies. De la segunda se identificaron 3 de las 6 especies reportadas para esta área, por lo tanto se obtuvo el 50% del total de las especies. La tercera familia es la Exocoetidae, a la cual pertenecen los peces voladores, y no fue objeto de este estudio debido a que son marcadamente oceánicos y difícilmente capturados por la pesca ribereña y costera.

En las relaciones talla-peso, b está relacionado con el tipo de crecimiento somático, teniendo en cuenta que la talla de un pez aumenta en una dimensión, mientras que su peso lo hace en tres (Otaya *et al.*, 2008). Lo que sugiere las diferencias en cuanto al tipo crecimiento; el *H. brasiliensis* ($b= 3.1840$) presentó isometría; *A. hians* ($b=3.2412$) e *H. unifasciatus* ($b=3.6646$), presentaron alometría positiva; *T. acus acus* ($b= 2.7436$) y *S. marina* ($b= 2.6022$), presentaron alometría negativa. El intervalo del coeficiente de correlación (r) fue de 0.92-0.99 para todas las especies.

Se observó una relación consistente entre las dimensiones de los otolitos y de los organismos fuente de las cinco especies de Belónidos. Con lo cual, partir de las relaciones morfométricas se puede reconstruir la longitud y/o el peso del organismo fuente con una fiabilidad razonable y estadísticamente significativa. Las

ecuaciones resultantes que se recomiendan utilizar en lo sucesivo para reconstruir la longitud de las cinco especies bajo estudio a partir de la LO o AO son las siguientes: $LT=85.176LO+88.333$ para *T. acus acus*; $LP=178.8AO+40172$ para *A. hians*; $LT=125.85LO-97.551$ para *S. marina*; $LT=50.593LO-12.225$ para *H. brasiliensis*; $LT=41.465LO+23.694$ para *H. unifasciatus*.

En cuanto a las ecuaciones que se recomiendan para reconstruir el peso individual de cada una de las cinco especies estudiadas son las siguientes: $PE=10521PO+45.916$ para *T. acus acus*; $PV=3.6916LO^{2.8826}$ para *A. hians*; $PV=0.6709LO^{3.5445}$ para *S. marina*; $PV=0.1996LO^{3.2201}$ para *H. brasiliensis*; $PV=0.1818LO^{3.1625}$ para *H. unifasciatus*.

Los mejores ajustes numéricos estuvieron claramente segregados en dos grupos principales, por un lado los de tipo lineal, que fueron máximos entre la longitud del otolito y la longitud de los individuos de las cinco especies, tal y como ha sido observado en estudios con otras especies de peces de diversas regiones del mundo (Aydin *et al.*, 2004; Harvey *et al.*, 2000); y los ajustes de tipo potencial, que fueron máximos entre la longitud del otolito y el peso del *H. brasiliensis*, *A. hians* y *S. marina* bajo estudio, tal como lo mencionan Waessle *et al.* (2002) para peces de la familia Sciaenidae y Munk & Smikrud (2002) en peces de la familia Scorpaenidae.

No obstante lo anterior, es importante mencionar que el resto de las relaciones morfométricas no seleccionadas, también fueron significativas y presentaron coeficientes de correlación (*r*) moderados y altos. El intervalo de *r* para las diferentes estimaciones fue de 0.87 - 0.95 para *T. acus acus*; entre 0.61 y

0.88 para *A. hians*; entre 0.75 y 0.83 para *S. marina*; entre 0.88 y 0.94 para *H. brasiliensis* y de 0.92 a 0.95 para *H. unifasciatus*. Por lo tanto, es posible utilizar cualquiera de las dimensiones del otolito descritas en este estudio para estimar las dimensiones del pez, sobre todo si tomamos en cuenta que es frecuente encontrar otolitos sagitales rotos en alguno de sus extremos cuando se analizan contenidos estomacales u heces de depredadores piscívoros

La linealidad entre la longitud pez y longitud del otolito indica que el crecimiento del pez y el crecimiento del otolito son proporcionales entre sí y ésta proporcionalidad entre las longitudes, explica que la longitud del otolito y el peso del pez estén relacionados potencialmente, es decir es una relación homóloga a la relación talla-peso corporal de los individuos estudiados.

De acuerdo con los patrones generales descritos a la luz de los resultados de este estudio, es evidente que la longitud del otolito es el descriptor más preciso para la reconstrucción de la talla y del peso individual de los Beloniformes que habitan en el PNSAV y áreas adyacentes, pero además es importante mencionar que la LO es la dimensión del otolito más robusta y sencilla de obtener en condiciones estándar, ya que describe el eje mayor y más evidente del otolito y para medirla necesitamos únicamente un vernier o en ausencia de éste una regla graduada al mm.

Este trabajo constituye un avance y una aportación básica para estudios en esta área, pero es preciso ampliar hacia el resto de las especies pertenecientes al Orden Beloniforme para tener un panorama más completo, además de extenderlos también a todas las familias y especies de peces que habitan el

PNSAV y áreas adyacentes para la creación de un banco de datos extenso y detallado de este tipo de información básica y de libre disposición.

8. CONCLUSIONES

Se identificaron 181 individuos pertenecientes a 2 familias y 5 especies; la especie más conspicua fue *Tylosurus acus acus*.

El tipo de crecimiento somático de *H. brasiliensis* fue isométrico; para *A. hians* y *H. unifasciatus* fue alométrico positivo; y para *T. acus acus* y *S. marina* fue alométrico negativo.

Las ecuaciones específicas que mejor se ajustan para la reconstrucción de las dimensiones (longitud y /o peso) fueron: $LT=85.176LO+88.333$ y $PE=10521PO+45.916$ para *T. acus acus*; $LP=178.8AO+40172$ y $PV=3.6916LO^{2.8826}$ para *A. hians*; $LT=125.85LO-97.551$ y $PV=0.6709LO^{3.5445}$ para *S. marina*; $LT=50.593LO-12.225$ y $PV=0.1996LO^{3.2201}$ para *H. brasiliensis*; $LT=41.465LO+23.694$ y $PV=0.1818LO^{3.1625}$ para *H. unifasciatus*.

Es posible reconstruir, al 95% de confianza, las dimensiones de los peces del Orden Beloniforme, a partir de las dimensiones de los otolitos. La LO es la medida más recomendable y precisa para llevar a cabo las estimaciones.

Este trabajo constituye un primer avance básico para la estimación de las dimensiones corporales de peces Beloniformes a partir de sus otolitos en el PNSAV.

9. LITERATURA CITADA

Aguirre, W.E. 2003. Allometric growth of the sulcus in *Cynoscion* spp. (Scianidae). The Fisheries Society of the British Isles. Journal of fish Biology.63,1341-1346.

Aurioles, G.D. 1991. Size versus Weight and Sody-Length Relationships for Eleven Fish Species of Baja California, México. Fishery Bulletin, U. S.89:701-706

Aydin, R., Calta, M., Sen D., Zulfu, C. M. 2004. Relationship between Fish Lengths and Otolith Length in the Population of *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) inhabiting Keban Dam Lake. Pakistan Journal of Biological Sciences. 7(9):1550-1553

Begg, A.G., Campana, S.E., Fowler, A.J., Suthers, I.M. 2005. Otolith research and application: current directions in innovation and implementation. Marine and Freshwaters Research. 56, 477-483.

Carpenter, K.E. 2002. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 2: Bony fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae). *FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5*. Rome, FAO. pp. 601-1374.

DeVries, A. Douglas., Grimes B. Churchill., Prager, H. Michael. 2001. Using otolith shape anañysis to distinguish eastern Gulf of Mexico and Atlantic Ocean stocks of king mackerel. Fisheries Research. 57. 51-62.

-
- Granadeiro, J.P. and M. A. Silva.** 2000. The use of otoliths and vertebrae in the identification and size-estimation of fish predator-prey studies. *Cybium* 24(4):383-393.
- Goulding, M. & Carvalho, L. M.**1984. Ecology of Amazonia Needlefishes (Belontiidae). *Revista Brasileira de Zoologia* . Vol.31 . pp.99-111
- Harvey, T. J., Loughlin, R.T., Perez, A.M., Oxman, S.D.** 2000. Relationship between Fish Size and Otolith Length for 63 species of Fishes from Eastern North Pacific Ocean. NOAA Technical Report NMFS150. *Fishery Bulletin*.
- Kumura Ajith, P.A.D. & Amarasinghe, U.S.** 2008. Population dynamics of *Hyporhamphus limbatus* (Belontiiformes: Hemiramphidae) in two lowland reservoirs of SriLanka. *Association for Fisheries and Aquatic Resources*. Pp. 23-38
- Ibáñez A. Ana L. y Gallardo C. Manuel.** 1996. Determinación de la edad de la lisa *Mugil cephalus* L. y la lebrancha *M. curema* (Pisces: Mugilidae) en la Laguna de Tamiahua, Veracruz. *Ciencias Marinas* 22(3), 329-345 pp.
- Jobling, M. and A. Breiby.** 1986. The use and abuse of fish otoliths in studies of feeding habits of marine piscivores. *Sarsia*, 71:265-274
- Lombarte, A., Chic, Ó., Parisi-Baradad, V., Olivella, R., Piera, J., García-Ladona, E.** 2006. A web- based environment from shape analysis of fish otoliths the AFORO database. *Scientia Marina* 70:147-152

-
- Lovejoy, R. Nathan.** 2000. Reinterpreting recapitulation: Systematics of Needlefishes and their allies(Teleostei: Beloniformes). *Evolution*, 54(4).pp.1349-1362
- Martínez, J.A., Chavéz M. M., Tello, J.L., Morales, A.A.**2007. Utilización de otolitos como herramienta en la determinación de especies. *Revista de Zoología*. UNAM. No.108. pp 13-18
- Mauco, L., M. Favero & M.S. Bó.** 2001. Food and feeding of the common tern (*Sterna hirundo*) in Samborombón Bay. Buenos Aires Argentina. *Waterbirds*, 24:89-96.
- McBride, S.R. and Thurman, E.P.**2003. Reproductive Biology of *Hemiramphus brasiliensis* and *H. balao* (Hemiramphidae): Maturation, Spawning, Frequency and Fecundity. *Biol. Bull* 204.pp57-67
- Morris, S.G. & Hardman, H.W.**1973.Otolith Length and Fish Length of Pacific Halibut. International Pacific Halibut Commission. Report Technical No.10
- Mohaman Kasim, H., Ameer Hamsa, K.M.S., Balasubramanian, T.S. and Rajapckiam, S.** 1996. Fishery of fullbeaks and halfbeaks with special reference on the growth, mortality and stocks assessment of *Ablennes hians*(Valenciennes) along the Tuticorin, Gulf of Mannar. *Indian J. Fish*, 43. pp 51-59.
- Munk, M.K. & Smikrud, M.K.**2002. Relationship of Otolith Size to Fish Size and Otolith Ages for Yelloweye *Sebastes ruberrimus* and Quillback *S. maliger* Rockfishes. Department of Fish and Game. Regional Information Report.

-
- Ortiz-Lozano, L., Granados-Barba, A., Espejel, I.** 2007. El contexto regional del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano y las implicaciones para su manejo. Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. 275-286pp
- Otaya-Nieto, C., Tordecilla-Petro, G., Segura-Guevara, F.** 2008. Relación Longitud-Peso del Rubio (*Salminus affinis* Steindachner, 1880) en la Cuenca del Río Sinú, Colombia. Revista MVZ Córdoba, Vol. 13. Núm. 2, pp.1349-1359.
- Pajuelo, J.G. y Lorenzo, J.M.** 2002. Edad y crecimiento del Raspallón, *Diplodus annularis* (Pisces: Sparidae), en el Archipiélago Canario (Atlántico Centro-Oriental). Ciencias Marinas. Año/vol. 28. No.001. 1-11 pp.
- Ramírez-Pérez, J.S., Quiñónez-Velázquez, C., García-Rodríguez, F.J., Félix-Uraga, R., Melo-Barrera, F.N.** 2010. Using the shape of *sagita* otoliths in the discrimination of Phenotypic Stocks in the *Scomberomorus sierra* (Jordan & Starks, 1895), Gulf of California. Journal of fisheries and aquatic Science 5(2):82-93, 2010.
- Reid, K.** 1996. A guide to the use of otoliths in study of predators at South Georgia. British Antarctic Survey, Natural Environment Research Council, Cambridge. U.K.
- Rodríguez- Mendoza, R.P.** 2006. Otoliths and their applications in fishery science. Ribarstvo, 64(3), 89-102pp.

-
- Short, A.J.; Gburski, M.C.; Kimura, K.D.** 2006. Using Otolith Morphometrics to Separate Small Wallete Pollock *Theragra chalcogramma* from Arctic Cod *Boreogadus saida* in Mixed Samples.
- Tollit, D.J., M.J. Steward, P.M. Thompson, G.J. Pierce, M.B. Santos & S. Hughes.** 1997. Species and size differences in the digestion of otoliths and beaks: implications for estimates of pinniped diet composition. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 54:105-197.
- Tusset, M. V.; Lombarte A. & Assis, A. C.** 2008. Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. *Scientia Marina*. Barcelona. 7-198
- Volpedo, A. V. & Thompson, G.A.** 1996. Diferencias en el crecimiento de las *sagittae* de *Prionotus nudigula* Ginsburg, 1950 (Pisces: Triglidae) en relación al sexo. *Bol. Instituto Esp. Oceanogr.* 12(1), 3-16 pp.
- Waessle, A.J., Lasta, A. C., Favero, M.** 2002. Otolith morphology and body size relationships for juvenile Sciaenidae in the Río de la Plata estuary (35-36°S). *Scientia Marina*, 67(2):233-240.
- Wilson A.C. & Nieland L.D.** 2001. Age and growth of red snapper, *Lutjanus campechanus*, from the northern Gulf of Mexico off Louisiana. *Fishery Bulletin* 99(4).

10. REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/2/sav.html>
- <http://fishbase.org>

ANEXO I. ESTADILLO DE MUESTREO BIOLÓGICO



MUESTREO BIOLÓGICO

Proyecto: _____

PAG: _____

CLAVE		ESPECIE						
PESO TOTAL		PESO MUESTREADO						
LOCALIDAD		FECHA						
MUESTREADORES								
LONG TOTAL (mm)	PESO VIVO (gr)	PESO EVISC (gr)	PESO HIG (gr)	PESO GON (gr)	SEXO	MADUREZ	OTOLITO	OBSERVAC

ANEXO II ESTADILLO DE REGISTRO DE OTOLITOS



REGISTRO DE OTOLITOS

Proyectos: OTOdemetior

Especie:

Clave	Otolito derecho			Otolito izquierdo			Observaciones
	Peso(gr)	Talla(mm)		Peso(gr)	Talla(mm)		
		Largo	Altura		Ancho	Largo	